

## Gesamtentwicklung Traktoren

Hermann Knechtges, Institut für Technik, Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen - Geislingen

Karl Theodor Renius, Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik, Technische Universität München

### Kurzfassung

Der Umsatz Traktoren ging 2015 weltweit zurück - auch in Deutschland. Durch die Emissionsstufe EU IV bzw. U.S. Tier 4 final ausgelöste Neuentwicklungen sind weitgehend abgeschlossen. Die auf der Agritechnica 2015 erkennbaren Schwerpunkte betreffen nunmehr CO<sub>2</sub>-Reduktion, verbesserte Fahrwerke (Regelung Allradantrieb, Ballastmanagement, teilw. Aufsteckraupen), weitere Getriebeneuheiten, verbesserte Elektronik-Handhabung und Kabinenausstattungen, Vordringen elektrischer Geräteantriebe sowie weitere Fortschritte des "Tractor-Implement-Management (TIM)" über ISOBUS. Gleichzeitig nimmt die Kommunikation über Smartphones stetig zu. Der Trend zu globalen Kooperationen und Produktionssystemen setzte sich fort.

### Schlüsselwörter

Traktor, Schlepper, Traktormarkt, Traktorentwicklung, Fahrwerke, Automatisierung, ISOBUS

## Agricultural Tractor Development

Hermann Knechtges, University of applied Sciences, Nürtingen - Geislingen

Karl Theodor Renius, Chair of Automotive Engineering, Technische Universität München

### Abstract

Tractor sales have been depressed 2015 worldwide - also in Germany. Technical developments meeting emission levels EU IV respectively Tier 4 final are widely completed. The focus at Agritechnica 2015 has been moved now more to CO<sub>2</sub> reduction, improved traction systems (4WD control, ballast management, some single tracks), further transmission innovations, improved electronic interfaces and cab comfort, progress in electric implement drives and further steps forward of tractor-implement management (TIM) via ISOBUS. At the same time the trend of using smart phones for communication systems has been intensified. The trend of global co-operations and production systems is going on as well.

### Keywords

Tractor, tractor market, tractor development, traction systems, automation, ISOBUS

## Marktsituation

Der Umsatz deutscher Traktorenhersteller (ohne Claas) ging 2015 nochmals weiter zurück (nach 3,5 Mrd. € in 2014) [1; 2].

Der deutsche Traktorenmarkt hatte sich von dem Rekordniveau im Jahre 2013 (36.248 Neuzulassungen) in 2014 auf 34.611 Einheiten abgeschwächt – allerdings auf sehr hohem Niveau, **Tafel 1** (für 2015 noch nicht alle Zahlen verfügbar). Die Neuzulassungen fielen in 2015 nochmals etwas ab auf 32.220 Einheiten (-6,9 %).

Die Marktanteile von John Deere und AGCO (Fendt+MF+Valtra) haben sich wenig verändert, **Tafel 2**. Relativ verbessern konnten sich vor allem Claas, Deutz-Fahr und Kubota. CNH fiel nach einem sehr guten Vorjahr in 2015 etwas ab.

**Tafel 1:** Traktorengeschäft in Deutschland (Stückzahlen), ohne Geländefahrzeuge [1]

**Table 1:** Tractor business in Germany (units), without terrain vehicles [1]

Jahr/Year	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Produktion/ Production	59236	54590	58623	60732	65507	46432	50865	60551	59213	63599	51349
Neuzulassungen/ Newly registered	22110	23492	29015	28451	31250	29464	28587	35977	36264	36248	34611
Exporte/ Exports	50206	44601	46372	49931	54235	36758	40769	47886	46301	49772	40056
Besitzumschreib./ Changing owner	73954	74715	77211	84601	86719	87175	93084	96.597	95005	99468	102272

**Tafel 2:** Marktanteile der größeren Anbieter bei den Traktoren-Neuzulassungen in Deutschland in % der Gesamtzulassungen [1].

**Table 2:** Market shares of the major tractor suppliers in Germany in % of total registrations in units [1].

Jahr/Year	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
John Deere	22,2	21,1	21,2	20,7	19,8	19,8	19,3	19,7	20,9	20,9	21,3	19,4	19,5
Fendt	17,9	17,4	16,8	16,0	17,1	17,2	17,2	16,5	15,9	16,5	17,3	17,1	17,0
Case IH+Steyr	11,7	10,8	8,8	9,1	9,4	10,0	9,6	9,1	8,0	10,1	7,7	10,0	7,7
Deutz-Fahr	9,1	9,7	10,1	10,7	11,5	11,5	10,6	10,8	10,8	10,9	10,5	9,6	10,0
Claas	-	4,5	5,9	5,5	6,8	6,6	7,8	7,3	8,2	6,8	8,0	7,7	8,3
New Holland	7,1	6,1	5,1	6,0	5,6	5,7	5,8	6,7	5,7	6,7	7,0	8,0	7,3
MF	4,5	4,0	4,2	4,4	4,5	4,5	4,0	3,7	4,1	5,0	4,2	4,3	3,8
Same	3,3	2,9	3,0	3,2	2,9	3,2	3,0	2,5	2,3	2,3	1,9	1,8	1,4
Kubota	2,2	3,1	3,0	3,3	3,2	2,8	3,3	4,5	5,2	3,7	5,0	5,0	6,0
Iseki	2,4	2,4	2,9	3,0	2,8	2,5	2,6	3,5	3,1	2,8	2,8	2,5	2,9
Valtra	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8	1,5	1,9	2,1	2,1	2,0	2,4
Merc.-Benz	2,0	1,7	1,9	2,1	1,5	1,5	1,7	1,5	1,5	1,3	1,4	1,2	1,2

Der globale Landtechnik-Jahresumsatz sank nach VDMA-Schätzungen [2] von 103 Mrd. € (2013) über 101 Mrd. € (2014) auf 91 Mrd. € (2015), davon Traktoren etwa 40 %. Die Rückgänge beruhen teilweise auf global wieder gefallenem Erzeugerpreisen. Langfristig besteht weltweit anhaltender Bedarf an Agrartechnik, und zwar nicht nur für die Produktion von Nahrungsmitteln, Rohstoffen und Energie, sondern in vielen Ländern auch als dringende strategische Notwendigkeit, um Arbeitskräfte für andere Bereiche der Volkswirtschaft frei zu bekommen [3]. Auch wenn sich in China das Wachstum derzeit abschwächt, zeigte die volkswirtschaftliche Entwicklung längere Zeit große Fortschritte, größer als z. B. in Indien [3].

Der Umsatzanteil deutscher Landtechnik-Produktion am EU-Markt beträgt nach [2] 27 %, weltweit 8 %. Nach Zahlen der italienischen FederUnacoma ist die global produzierte Traktorstückzahl (ohne Kleintraktoren) bis 2013 kontinuierlich auf 2,2 Mio. gestiegen [4], in 2014 aber um 3 % gesunken. Indien und China produzieren allein etwa 50 % der Gesamtstückzahl – bei allerdings sehr viel geringerem Wertanteil (mäßige Leistungen, einfache Technik, niedriges Komfort- und Vorschriftenniveau, niedrige Arbeitskosten). Der Markt in Indien brach 2014 ein, China konnte dagegen noch leicht zulegen, ebenso die Türkei [2]. Fachleute erwarten für 2015 insgesamt weitere Rückgänge.

### **Übersichten, Entwicklungsgrundlagen, Trends, Visionen**

Die Welt-Leitmesse "Agritechnica" fand vom 10.-14.11.2015 in Hannover statt - unmittelbar davor die Tagung "Land.technik AgEng 2015" am 6. und 7.11.2015. Letztere kann inzwischen als international bedeutendste Konferenz für agrartechnische und konstruktive Grundlagen sowie praktische Maschinenentwicklungen gelten. Kurz zuvor erschien wieder die traditionelle ATZ-Übersicht über die Gesamtentwicklung Traktoren [5]. Was nach dem Kraftakt der enormen Emissionsreduzierungen zukünftig zu erwarten ist, wurde in [6] skizziert. Die weitere Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für ganze Arbeitsprozesse ist ein klares Ziel. Aus Feldversuchen mit verschiedenen Reifen wurde in [7] erneut die Regel bestätigt, dass Triebkraftbeiwerte (Radzugkraft/Radlast) um 0,3 bis 0,4 die besten Wirkungsgrade ermöglichen. Um die Fahrwerksverluste vor allem bei großen, spezifisch leichten Traktoren auf dem Acker zu verringern, werden zunehmend Einzel-Bandlaufwerke angeboten. Diese Lösung benötigt sowohl bei Achsschenkel- als auch bei Knicklenkung im Gegensatz zu vollen Bandlaufwerken kein neues Lenkkonzept und kommt mit geringeren Getriebeanpassungen aus.

Um den Aufwand für praxisnahe Vergleiche des Kraftstoffverbrauchs (etwa mit dem DLG PowerMix) zu verringern, wurden zwei sehr große Rollenprüfstände (für 2 Achsen) fertig gestellt: Einer beim DLG Testzentrum in Groß Umstadt [8] und einer bei Fendt [9].

Zukünftig wird zusätzlich zum Feldverbrauch wahrscheinlich der Straßenverbrauch bei Transporten eine größere Rolle spielen. Nach [10] beträgt er für einen 25 t-Zug und etwa 35 km/h Durchschnittsgeschwindigkeit für übliche Traktorbereifung um 50 bis 60 l Diesel auf 100 km. Eine komplette Umrüstung auf MPT-Reifen bietet nach [11] Senkungspotenzial.

Die DLG hat den PowerMix um folgenden Transportzyklus ergänzt: 50 % Steigungsfahrt, 40 % Fahrt in der Ebene und 10 % Leerlaufanteil, gezogene Masse proportional zur Nenn-

leistung. Für sehr große Traktoren und Zuglasten ergeben sich z. B. Verbrauchswerte von ca. 80 bis 90 l/100km [12; 13].

Während viele Traktorfirmer in den 1970er Jahren versuchten, wichtige Komponenten wie etwa Getriebe, Treibachsen, Kabinen, oder auch Motoren von Zulieferern in Eigenproduktion zu übernehmen, findet man diese Strategie heute nur bei den ganz großen Unternehmen. Mittlere, kleinere und insbesondere Neueinsteiger vertrauen auf den Zukauf von bewährten Kernkomponenten - insbesondere bei Motoren und Getrieben. Dieser Trend hat z. B. der Firma ZF eine bemerkenswerte Reihe neuer, internationaler Getriebekunden eingebracht. Gleiches gilt für die großen Motorenlieferanten. Die so inzwischen weltweite "Komponenten-Verflechtung" wird in [14] grafisch dargestellt, Vernetzungen zum Gesamtprodukt Traktor wurden im letzten Bericht behandelt [15]. Plattformprinzip, Baukastensysteme und Kooperationen bleiben langfristige strategische Ziele mit vielen erkennbaren Fortschritten. So bietet z. B. CNH neuerdings einen kleinen, einfachen Traktor (Serie DT) aus der Kooperation (Mehrheitsbeteiligung) mit einem türkischen Hersteller an.

Der Trend zu hoch komplexen mechatronischen Systemen unter Einbeziehung der Geräte setzt sich in den Industrieländern fort. Weitere Leistungssteigerungen können die Produktionskosten senken und gleichzeitig in Verbindung mit elektronischen Assistenten [16] und automatisierten Prozessen der „präzisen Landwirtschaft“ [17] auch die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen senken (etwa je t erzeugten Produktes). Ebenso sinken übrigens die leistungsbezogenen Wartungs- und Reparaturkosten mit steigender Traktorgröße [18].

Die Umfeldüberwachung und -erkennung auf der Basis von 2D-LiDAR Scannern, 3D-Time of Flight Kameras und 3D digitalen Bildverarbeitungssystemen gewinnt an Bedeutung [19]. Fendt und John Deere stellten auf der Agritechnica Kamerasysteme vor, die dem Fahrer das eigene Fahrzeug aus der Vogelperspektive auf dem Traktorterminal zeigen, wobei John Deere dem Fahrer auch die Möglichkeit bietet, sich in eine Perspektive z. B. seitlich des Fahrzeuges zu begeben und das eigene Fahrzeug von dort aus dreidimensional zu betrachten. Deutz Fahr integriert in die Umfeldüberwachung eine automatische Personenerkennung. Die EXPO 2015 in Mailand hatte die zukünftige Welternährung als Leitthema. In einer dort vorgetragenen Vision "Farm der Zukunft" [20] werden für 2050 als Mittelwert mehrerer Schätzungen 9,7 Mrd. Menschen erwartet. Die Studie aus dem Hause CNH sieht neben der Technik und Vernetzung zukünftig bedeutende Schwerpunkte in Kooperation und Ausbildung sowie auch in der Reduzierung der Nahrungsmittelverluste einschließlich der sehr hohen "Wegwerfverluste". Größere Erfolge auf diesem Gebiet könnten helfen, den notwendigen Zuwachs landwirtschaftlicher Produktion bis 2050 auf 50 % zu begrenzen (andere Prognosen sprechen z. B. von 80 %).

#### **Traktorenteknik nach Herstellern**

John Deere stellte auf der SIMA 2015 das vollautomatische Kuppelsystem AutoConnect vor. Der Fahrer führt den Traktor bis auf weniger als 10 m in Linie rückwärts an das Gerät, von da an erfolgt die weitere Annäherung automatisch über Kameras. In der richtigen Position hebt der Kraftheber die geräteseitige Interfaceplatte zuerst an und zieht sie dann an sich heran, so dass Zapfwelle, Hydraulikleitungen, Elektrik und ISOBUS ohne weitere Traktorbewegung in einem Zug gekuppelt werden.

Mit einem Zapfwellengenerator „Smart Power Generator“ stellt John Deere eine elektrische Leistung von bis zu 100 kW zur Verfügung, die z.B. für eine elektrische Triebachse genutzt werden kann. Dabei bestimmt das Traktorsteuergerät abhängig vom Lastzustand des Gesamtgespanns die an die Triebachse abgegebene elektrische Leistung. Für die elektronische Parallelführung der Frontlader der 6R Traktoren berücksichtigt John Deere auch die mit einem Gyroskop gemessene Neigung des Traktorrumpfes. Zusätzlichen Weg- und Drucksensoren in Hub- und Kippzylindern ermöglichen eine dynamische Verwiegung des Ladegutes ohne zusätzliche Kalibrierung bei einem Werkzeugwechsel. Die Modelle 6145R und 6155 haben ein Motorölwechselintervall von 750 h. Eine ausgeglichene Achslastverteilung wird mit einem 1,7 t Ballastgewicht unterhalb des Traktorrumpfes erzielt (EZ-Ballast). Die Aufnahme des Ballastes erfolgt über einen Fanghaken mit hydraulischer Hebevorrichtung und mechanischer Verriegelung.

Basierend auf den Signalen des Lastzustandes in der Allradkupplung, des Radschlupfes und der Fahrgeschwindigkeit schaltet John Deere den Allradantrieb automatisch an und ab.



**Bild 1:** John Deere 9RX mit Einzel-Bandlaufwerken

**Figure 1:** John Deere 9RX with fours single tracks

Die neuen Knicklenkermodelle 9RX (346 bis 456 kW ISO) haben 4 Bandlaufwerke, wodurch bei großer Aufstandsfläche die Gesamtfahrzeugbreite unterhalb von 3 m bleibt. Die Vorderachse der Radmodelle 9R ist gefedert.

AGCO-Fendt stellte auf der SIMA 2015 den neuen Großtraktor Fendt 1000 (280 bis 369 kW ECE R24) vor, Produktion Ende 2015. [21; 22]. Die niedrige Motornenndrehzahl (1700/min)



sorgt auch für reduzierte Verluste im einstufigen leistungsverzweigten Getriebe, das den hydraulischen Leistungsanteil über den zweiten Hydromotor direkt auf den Vorderachsantrieb abgibt und so die Voreilung der Vorderachse bedarfsgerecht einstellt (Kap. 3.2). Trotz Breitreifen der Dimension 710/70R38 vorne und 900/65 R 46 hinten (Durchmesser ca. 2,30 m) wird die Fahrzeugbreite unterhalb 3 m gehalten. Die integrierte Reifendruckverstellung erlaubt mit dem "GripAssistant" [16] die automatische Anpassung des Reifeninnendrucks an den Lastzustand sowie die Vorgabe der sich daraus ergebenden optimalen Arbeitsgeschwindigkeit. Umgekehrt wird nach Festlegung der angestrebten Arbeitsgeschwindigkeit die optimale Ballastierung abhängig von Bodenzustand und Gerät vorgegeben.



**Bild 2:** Fendt 1000 Vario

**Figure 2:** Fendt 1000 Vario

Aus dem Hause Fendt referierte man in [21] zur Entwicklung der 1000er Reihe und in [22] zu deren neuem Vario-Fahrertrieb mit geregelter Allradantrieb (siehe auch Kapitel 3.2).

In der Baureihe 900 wird ein erweitertes System zur Reifeninnendruckanpassung (Vario-Grip pro) angeboten, bei dem ein zweiter Hochdruckreifen im Inneren des Reifens als Druckreservoir für den schnellen Füllvorgang (Druckausgleich) dient. Unabhängig von der Motordrehzahl wird in 30 s der Reifeninnendruck von 0,8 auf 1,8 bar erhöht. Die Übertragung von Schaltenergie und -signal erfolgt berührungslos über Induktion.

DEUTZ-FAHR führte zur Agrartechnica die neue Baureihe 9 TTV (204/218/232 kW ISO) mit ZF-TMT32 Stufenlosgetriebe, 60 km/h als Option mit trockenen Scheibenbremsen und 50 km/h bei Motordrehzahl 1480/min in den Markt ein. Der Schmalspurtraktor Agropus S (60 bis 78 kW EG 97/68) hat eine Vorderachse mit Einzelradaufhängung, automatischer Wankstabilisierung, Anti-Dive-Einrichtung und 100%iger Differenzialsperre.

CaselH präsentierte die neue Baureihe Optum (weitgehend baugleich mit NH T7 Heavy Duty und Steyr Terrus CVT) mit 199 bzw. 221 kW ISO). Zur Verlustminimierung speist eine Verstellpumpe den Hydraulikkreislauf und die Servohydraulik mit Niederdruck (70 l für externe Verbraucher entnehmbar). Ähnlich wie im PKW gibt es eine Reifeninnendruckanzeige über Ventilsensoren mit Warnfunktion auch für Anhänger. Die Frontzapfwellengeschwindigkeit (1000/1000E) lässt sich vom Fahrerplatz aus einstellen. Die im letzten Bericht angesprochenen Magnum Rowtrac-Modelle mit Bandlaufwerken (bzw. T8 SmartTrac von New Holland) haben gegenüber der Radversion eine verstärkte Hinterachse (erhöhte Belastung durch Bandlaufwerke) und eine an das kleinere Triebwerk angepasste Endübersetzung.

Claas erweiterte die Baureihe AXION 800 durch das Modell Axion 870 mit 195 kW ISO. Von dem 2013 vorgestellten eigenen Stufenlosgetriebe EQ200 wurden bisher 2000 Einheiten produziert.

AGCO-Massey Ferguson behält in der TIER 4 final Version der Baureihe 5700 SL (74 bis 96 kW ISO) ein Modell mit abgesenkter Motorhaube. Die Kabinen der Modellreihe 7700 werden mechanisch gefedert, jedoch wird die Dämpfung anhand des Signals dreier Beschleunigungssensoren und eines Gyroskops elektronisch anpasst (semiaktives CDC-System von ZF).

AGCO Valtra zeigte zur AGRITECHNICA erstmals die Reihe N4 (85-136 kW ISO), die komplett neu entwickelt wurde. Die kompakten Traktoren haben 4,4 bzw. 4,9 l-Vierzylinder-Motoren von AgcoPower. Das Topmodell N174 erreicht eine geboostete Maximalleistung von 136 kW (Mmax 730 Nm) und ist damit laut Valtra der stärkste Vierzylinder-Traktor der Welt.

Kubota startete im September die Produktion der Modellreihe M7001 (96 bis 125 kW ISO) im nordfranzösischen Dunkerque mit 4-stufiger Lastschaltung oder Stufenlosgetriebe von ZF. Auf der Agritechnica wurde ein leistungsverzweigtes Getriebe mit 3 Fahrbereichen der Leistungsklasse von 22 bis 44 kW gezeigt.

Argo (McCormick) zeigte zur Agritechnica die Serie X8 (194/210/228 kW ISO) mit Motoren von FTP und ZF TMT 32 Stufenlosgetriebe.

ArmaTrac aus der Türkei stellt auf der Agritechnica Traktoren der Abgasstufe 3a/3b in der Leistungsklasse bis 81 kW vor, teils mit Motoren von Deutz und Getrieben von ZF.

Neben anderen asiatischen Traktorherstellern sind jetzt verstärkt auch chinesische Unternehmen auf dem europäischen Markt präsent. Die Firma Foton Lovol ist mit einem Produktionsvolumen von jährlich ca. 100.000 Einheiten Marktführer in China, hat den italienischen Traktorhersteller Goldoni übernommen und präsentierte auf der Agritechnica die Serie 5000 (75 bis 100 kW max. ISO) unter dem Markennamen Arbos. Das einfache 2x5-Gang Getriebe (Kriechganggruppe optional) kann durch eine 2- oder 3-stufige Lastschaltung erweitert werden. Größere Modelle wurden als Prototypen gezeigt.

### **Besondere Bauarten**

JCB führte die neue Baureihe 4000 (119/141/162 kW ISO) mit Motor und Getriebe von AGCO in den Markt ein. Der an Vorder- und Hinterachse gefederte und gelenkte Systemtraktor hat 4 gleich große Räder, 60 km/h bei 1600/min.

Beim Pm Trac 2380 4f von Pflanzelt (113 u. 174 kW ISO) ist die Kabine gegenüber einem Standardtraktor weiter nach vorne angeordnet, wodurch sich ein Aufbauraum z.B. für einen Forstkran ergibt. Die multifunktionale Nutzung in der Landwirtschaft bleibt bei dem für den Forsteinsatz optimierten Fahrzeug erhalten.

Ein niederländisches Konsortium stellte mit dem Prototyp "Multi Tool Trac" einen weiteren Traktor mit Diesel-elektrischem Antrieb (und 30 kWh-Batterie) vor [23] - mit STW-Einheiten ohne schaltbare mechanische Zusatzstufen. Der Mehrpreis gegenüber dem Marktniveau soll sich u. a. durch neue Funktionalitäten und geringere Kraftstoffverbräuche amortisieren. Ob das wirklich realistisch ist, muss sich noch zeigen.

### **Traktor und Gerät**

Die weitere Entwicklung drückt sich in drei Schwerpunkten aus:

- Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für ganze Prozesse
- Alternative Antriebe, insbesondere elektrisch
- Automatisierung und Kommunikation.

Für einen Liter Dieselmotorkraftstoff wurde in [24] ein CO<sub>2</sub>-Äquivalent von etwa 2,7 kg gemessen. Praktische CO<sub>2</sub>-Emissionen sollten am besten auf den gesamten Arbeitsprozess bezogen werden, zum Beispiel auf ein ha bearbeitete Fläche oder 1 t Erntemenge [25].

Ob es Sinn macht, Traktorgeräte über ein hydraulisches Konstantdruck-Bordsystem zu versorgen, das es ja schon einmal in großen Stückzahlen bei John Deere gegeben hat, wurde in [26] umfassend für einen Schleuderstreuer untersucht. Energieeinsparungen scheitern danach daran, dass kleine Hydro-Verstellmotoren derzeit zu hohe Verluste aufweisen.

Weiter geforscht wird auch am Potenzial von Elektroantrieben, insbesondere unter Einbeziehung der Geräte. Nach [27] werden vor allem die Mehrkosten als Hindernis gesehen.

Um diese zu reduzieren, sollten nach [28] die Potenziale sehr hoher Drehzahlen genutzt werden, z. B. bei Verwendung mehrerer Planetenstufen. Ebenso bietet sich die kurzzeitige Nutzung der bei einigen Bauarten interessanten Überlastbarkeit an. Zum dabei wichtigen dynamischen Temperaturverhalten wird in [29] ein Modell vorgestellt.

Mit einem 100 kW-Frontzapfwellengenerator stellt John Deere elektrische Energie für die elektrischen Triebachsen des Fliegl „sDrive“ zur Verfügung [30]. Das Leistungsmanagement ist komplett im Traktor implementiert und ermöglicht schlupfbasierte Fahrstrategien, die auch instabile Fahrsituationen aufgrund einer schiebenden Triebachse ausschließen. Die Kommunikation erfolgt über den ISOBUS. Terramechanisch ist die Überwindung von Rollwider-



stand durch einen Rad- oder Achsantrieb energetisch wesentlich günstiger als über die Zugkraft des Traktors [31].

Um den wachsenden Anforderungen von Seiten der Geräte- und Traktorhersteller zu entsprechen, versucht die inzwischen gut etablierte AEF, den ISOBUS weiter zu entwickeln [32]. Parallel existieren proprietäre Systeme für Traktor und Gerät.

Die Firma Zuidberg steuert den Frontkraftheber mit Frontzapfwelle über eine App, die auf Smartphones oder Tablets mit dem Betriebssystem Android installiert werden kann.

Aus dem Hause Claas wurde die interessante Entwicklung eines mit der Traktorhinterachse integrierten Sensors für Radlast, Zugkraft und Drehmoment vorgelegt [33].

Zur Frage des Bodendrucks wurde in [34] mit dem Programm Terranimo® eine neue, sehr umfassende Abschätzungsmethode vorgelegt, die auf den klassischen Grundlagen der Bodenmechanik aufbaut und erneut den Nutzen verringerter Luftdrücke für die oberen Bodenschichten aufzeigt.

### **Zusammenfassung**

Der Umsatz Traktoren ging 2015 weltweit und ebenso in Deutschland zurück. Die Neuentwicklungen zur Erfüllung der Emissionsstufen EU IV bzw. U.S. Tier 4 sind weitgehend abgeschlossen. Auf der Agritechnica 2015 verschoben sich die erkennbaren Schwerpunkte etwas in folgende Richtungen: CO<sub>2</sub>-Reduktion ganzer Prozesse, verbesserte Fahrwerke (z. T. Einzelbandlaufwerke), gezieltere Ballastierungen (teilweise mit elektronischen "Assistenten"), weitere Getriebeneuheiten (erstmalig auch mit geregelter Allradantrieb), Vordringen elektrischer Geräteantriebe, verbesserte Elektronik-Handhabung und Kabinenausstattung sowie weitere Fortschritte des "Tractor-Implement-Management (TIM)" über den ISOBUS. Gleichzeitig nimmt die Kommunikation über Smartphones stetig zu. Der Trend zu globalen Firmenkooperationen und Produktionssystemen setzte sich fort.

## Literatur

- [1] -,-: Statistische Unterlagen des VDMA Fachverband Landtechnik, Frankfurt/M: VDMA, Januar 2016.
- [2] Wiesendorfer, G., et al.: Wirtschaftsbericht VDMA Landtechnik 2015. Frankfurt/M.: VDMA 2015.
- [3] Renius, K. Th.: Agricultural Mechanization - its Role in the Development of Civilization. Key Note. Club of Bologna Open meeting "Farm Machinery to Feed the World". Mailand: EXPO 21.09. 2015. URL <http://www.clubofbologna.org/documents.php>.
- [4] (FederUnacoma): Tractors: slight decrease in sales on the world market. Mondo Macchina 24 (2015) H. 1-2, S. 10-11.
- [5] Knechtges, H. und Renius, K. Th.: Traktoren 2014/2015 (Tractors 2014/2014). Zweisprachig, biligual. ATZoffhighway 7 (2015), H. 3, S. 12-23.
- [6] Renius, K. Th.: Traktorenentwicklung: Wo geht die Reise hin? Vortrag und Pressegespräch 24.06.2015 DLG Testzentrum Groß Umstadt. Bericht in: Rheinische Bauernzeitung 69 (2015) Heft 43, S. 14-15.
- [7] Fancello, G. et al.: Agricultural Tyre Energy Efficiency test method link with specific fuel consumption for measuring the efficiency of agricultural tyres under real conditions on tractors. Tagung LAND. TECHNIK-AgEng Hannover 6./7.11.2015. In: VDI-Berichte 2251, S. 203-209.
- [8] Ai, A. und Tauber, H.-J.: DLG PowerMix Chassis Dynamometer - the field on a test bench. Concept phase and implementation. Tagung LAND. TECHNIK-AgEng Hannover 6./7.11.2015. In: VDI-Berichte 2251, S. 1-12.
- [9] Rückert, B. et al.: Advanced test stand for complete vehicle analysis to "bring the road and field into the laboratory". Tagung LAND. TECHNIK-AgEng Hannover 6./7.11.2015. In: VDI-Berichte 2251, S. 13-19.
- [10] Uppenkamp, N. und Berning, F.: Die Transporter. Top Agrar 44 (2015) H. 12, S. 78-79.
- [11] Mederle, M.: Optimierungspotenzial eines Standardtraktors im Straßentransport. Landtechnik 70 (2105), H. 5, S. 194-202.
- [12] -,-: DLG Prüfberichte. URL <http://www.dlg.org/fendt.html> - Aktualisierungsdatum: 11.02.2016.
- [13] -,-: DLG Prüfberichte. URL <http://www.dlg.org/johndeere.html> - Aktualisierungsdatum: 11.02.2016.
- [14] Höner, G.: Wer mit wem. top agrar 44 (2015) H. 9, S. 110-111.
- [15] Knechtges, H. und Renius, K. Th.: Gesamtentwicklung Traktoren. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrb. Agrart. 2014. Braunschweig: IMN Inst. f. mobile Maschinen u. Nutzfahrz. 2015. S. 1-13.
- [16] Pichelmaier B. und Buchner, T.: A fully integrated Traction Assistance System. Tagung LAND. TECHNIK-AgEng Hannover 6./7.11.2015. In: VDI-Berichte 2251, S. 211-217.

- [17] Tacke, M.: Plug-and-Perform - Nutzerfreundliche integrierbare Telematik-Plattform steigert Effizienz. Mobile Maschinen 8 (2015) H.3, S. 30-31.
  - [18] (KTBL): Traktorkosten aus KTBL Datenbank, Status 2013.
  - [19] Harms, H., Schattenberg, J. und Frerichs, L.: Robotic Tools for advanced agricultural Automation. Tagung LAND. TECHNIK-AgEng Hannover 6./7.11.2015. In: VDI-Berichte 2251, S. 119-125.
  - [20] Gavioli, G.: Farm of the future. Key Note Club of Bologna Open Meeting "Farm Machinery to Feed the World". Mailand: EXPO 21.09.2015. URL [www.clubofbologna.org](http://www.clubofbologna.org).
  - [21] Heisler, R.: New innovative standard tractor concept up to 500 hp. Demands - technical solutions - challenges. Tagung LAND. TECHNIK-AgEng Hannover 6./7.11.2015. In: VDI-Berichte 2251, S. 251-255.
  - [22] Graf, M.; Brenninger, M. und Heindl, R.: CVDT - The next Level in Tractor Transmission Technology. Tagung LAND. TECHNIK-AgEng Hannover 6./7.11.2015. In: VDI-Berichte 2251, S. 39-44.
  - [23] Schrägle, D.: Das Multi Tool auf vier Rädern. Elektrisch angetriebener Schlepper für die nachhaltige Landwirtschaft. Mobile Maschinen 8 (2015) H.6, S. 26-28.
  - [24] Clare, D. A. et al.: Real world measurement of carbon dioxide emissions of an agricultural tractor using a portable emissions measurement system. Tagung LAND. TECHNIK-AgEng Hannover 6./7.11.2015. In: VDI-Berichte 2251, S. 21-27.
  - [25] Merkisz, J. et al.: The Use of PMS Equipment for the Assessment of Farm Fieldwork Energy Consumption. Applied Engng. in Agric. 31 (2015) H. 6, S. 875-879.
  - [26] Dreher, T.: Energieeffizienz von Konstantdrucksystemen mit sekundärgeregelten Antrieben beim Einsatz in mobilen Arbeitsmaschinen. Diss. KIT Karlsruhe. Karlsruher Schriftenreihe Fahrzeugsystemtechnik Nr. 35: Karlsruhe: KIT Scientific Publishing 2015.
  - [27] Hammar, A. und Junge, A. L.: Prospects on electrification and hybridisation of agricultural machinery: application to tractors. Tagung LAND. TECHNIK-AgEng Hannover 6./7.11.2015. In: VDI-Berichte 2251, S.243-250.
  - [28] Schröter, J. et al.: High Speed Electrical Single Wheel Drives for Mobile Machinery. Tagung LAND. TECHNIK-AgEng Hannover 6./7.11.2015. In: VDI-Berichte 2251, S. 71-76.
  - [29] Pohland, C. und Geimer, M.: Thermische Modelle elektrischer Antriebsmaschinen unter dynamischen Lastanforderungen. Landtechnik70 (2015) H. 4, S. 97-112.
  - [30] Gugel, R. and Böhm, B.: Electrification as Enabler for New Tractor-Implement Solutions. Tagung LAND. TECHNIK-AgEng Hannover 6./7.11.2015. In: VDI-Berichte 2251, S. 65- 70.
  - [31] Renius, K. Th.: Vorlesung Traktoren und Erdbaumaschinen, TU München, WS 2015/16.
  - [32] Schlingmann, N. und Wölker, J.-H.: AEF ISOBUS Database - Experience and features for future challenges. Tagung LAND. TECHNIK-AgEng Hannover 6./7.11.2015. In: VDI-Berichte 2251, S. 83-87.
-

- [33] Wiekhorst, J. et al.: A Tractive Sensor. Tagung LAND. TECHNIK-AgEng Hannover 6./7.11.2015. In: VDI-Berichte 2251, S. 219-225.
- [34] Stettler, M.: Terranimo - ein webbasiertes Modell zur Abschätzung des Bodenverdichtungsrisikos. Landtechnik 69 (2014) H.3, S.132-136.

---

**Bibliografische Angaben / Bibliographic Information**

**Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation**

Knechtges, Hermann; Renius, Karl Theodor: Gesamtentwicklung Traktoren. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2015. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2016. S. 1-12

**Zitierfähige URL / Citable URL**

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055108>

**Link zum Beitrag / Link to Article**

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/234.html>